

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. Dezember 2002 (19.12.2002)

PCT

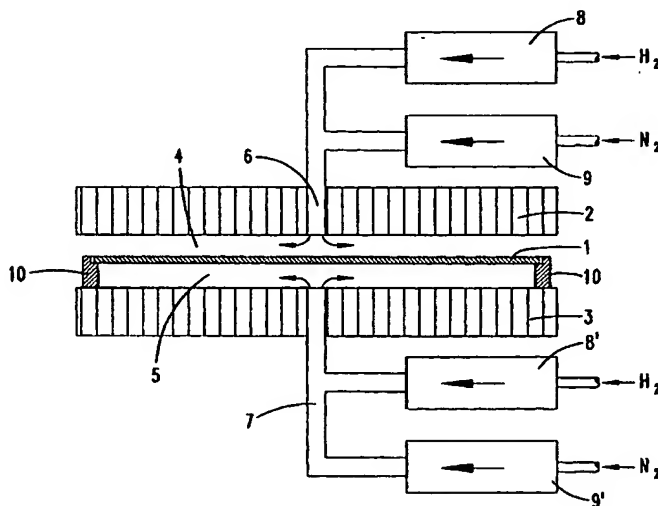
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/101806 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 21/268, 21/00, 21/324 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AIXTRON AG [DE/DE]; Kackertstrasse 15-17, 52072 Aachen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/05767 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STRAUCH, Gerd [DE/DE]; Schönauer Friede 80, 52072 Aachen (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 25. Mai 2002 (25.05.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: GRUNDMANN, Dirk; c/o Rieder & Partner, Corneliusstrasse 45, 42329 Wuppertal (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
- (30) Angaben zur Priorität:  
101 28 190.0 8. Juni 2001 (08.06.2001) DE  
101 32 709.9 5. Juli 2001 (05.07.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SHORT-TERM THERMAL TREATMENT OF FLAT OBJECTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KURZZEITIGEN THERMISCHEN BEHANDLUNG VON FLACHEN GEGENSTÄNDEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for the thermal treatment, especially short-term, of flat objects in particular, such as semi-conductor, glass or metal substrates. Heat is, at least in part, supplied to or taken away from both sides of said substrates by means of thermal conduction via a thermal conduction medium. The invention aims to improve the method and device so that they can be used effectively. To this end, a mixture consisting of two gases, differing greatly in their thermal conductivity, is used as a thermal conduction medium. The mixture on both sides of the substrate (1) is individually adjusted so that the respective surface temperature is time-controlled by taking the respective heat exchange due to heat radiation into account.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur insbesondere kurzfristigen thermischen Behandlung von insbesondere flachen Gegenständen, wie Halbleiter-, Glas- oder Metallsubstrate, welchen beidseitig zumindest teilweise durch Wärmeleitung über ein wärmeleitendes

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/101806 A1



MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,  
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

Medium Wärme zu-oder abgeführt wird, und schlägt als gebrauchsvorteilhafte Weiterbindung vor, dass als wärmeleitendes Medium eine Mischung aus zumindest zwei Gasen mit stark verschiedener Wärmeleitfähigkeit verwendet wird und die Mischung auf beiden Seiten des Substrates (1) derart individuell wird, dass unter Berücksichtigung des jeweiligen Wärmeaustauschs über Wärmestrahlung die jeweilige Oberflächentemperatur zeitlich kontrolliert ist.

## VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KURZZEITIGEN THERMISCHEN BEHANDLUNG VON FLACHEN GEGENSTÄNDEN

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zur insbesondere  
5 kurzzeitigen thermischen Behandlung von insbesondere flachen Gegenständen,  
wie Halbleiter-, Glas- oder Metallsubstrate, mit beidseitig der Substratoberflä-  
chen angeordneten Temperierungseinrichtungen zum Wärmeaustausch mit  
dem Substrat, welcher Wärmeaustausch zumindest teilweise durch Wärmelei-  
tung über ein wärmeleitendes Medium erfolgt.

10

Bei der Herstellung von Bauelementen aus einem Halbleitermaterial ist es oft-  
mals erforderlich, die Substrate oder die bereits strukturierten, beschichteten  
oder anderweitig bspw. durch Implantationsschritte vorbehandelte Substrate  
thermisch nachzubehandeln. Dies erfolgt in einem mit Rapid-Thermal-  
15 Processing bezeichneten Verfahren (RTP). Die beiden gegenüberliegenden  
Breitseitenflächen des Substrates können unterschiedliche Oberflächen-  
Emissivitäten aufweisen. Um die Substrate gleichmäßig, d.h. ohne inneren  
Temperaturgradienten aufzuheizen, müssen die Strahlungsleistungen, mit de-  
nen die beiden Seiten aufgeheizt werden, an die verschiedenen Oberflächen-  
20 Emissivitäten angepasst werden. Die Erwärmung erfolgt bspw. mittels infraro-  
ter Strahlung oder auch über Wärmeleitung, die über ein mit der Substratober-  
fläche in Kontakt befindliches Medium, bspw. ein Gas, erfolgt. Auch die Ab-  
kühlrate hängt von der Oberflächen-Emissivität ab. Es müssen deshalb geeig-  
nete Maßnahmen vorgesehen sein, damit sich die Temperatur auf den beiden  
25 Oberflächen gleichmäßig absenkt oder erhöht. Das Aufheizen und das Ab-  
kühlen sollen schnell erfolgen. Während des RTP-Verfahrens kann sich die  
Oberflächen-Emissivität ändern. Die Emissivität ist das Maß dafür, in welchem  
Umfange das Substrat Wärme abstrahlt bzw. Strahlungswärme aufnimmt. Da  
der Wärmeabtransport vom Substrat insbesondere bei hohen Temperaturen

halb und/oder oberhalb des Substrates liegt. Zuzufolge dieses stetigen Gasaustausches ist ein schneller Wechsel des Gasgemisches möglich. Durch eine Änderung des Mischungsverhältnisses während des Wärmeaustausches ist es möglich, den Wärmefluss über die variable Wärmeleitfähigkeit zu steuern. Es ist auch möglich, gezielt die Wärmebilanz je Oberfläche unterschiedlich einzustellen unter Inkaufnahme der thermischen Spannung. Auch dies kann über die Trimmung des Gasgemisches erfolgen. Bevorzugt befindet sich auf der Unterseite des Substrates nur ein relativ dünner Gasspalt. Das Gasvolumen ist dann hinreichend dünn ausgebildet, um ein Gaspolster auszubilden, auf welchem das Substrat aufliegt. Das Gaspolster kann von dem mäßig in das Volumen einströmenden Gasmischungsfluss ausgebildet werden. Die einströmende Gasmasse wird derart gering gehalten, dass über den Gasmassen-Strom kein nennenswerter Wärmeabtransport erfolgt. Das Substrat kann von dem Gasstrom nicht nur schwebend und gleichzeitig isostatisch und isotherm gelagert werden. Es kann von dem Gasstrom auch drehangetrieben werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand beigelegter Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1    grob schematisiert ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit oberhalb und unterhalb des Substrates angeordneten Temperierungseinrichtungen,

Fig. 2    ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem das Substrat frei auf einem Gaspolster schwebt und

Fig. 3    der Temperaturverlauf der Temperaturen T1, T2 der beiden Substratoberflächen beim Aufheizen bzw. Abkühlen.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel liegt das Substrat 1 auf Lagerböckchen 10 auf. Diese Lagerböckchen 10 bewirken, dass das Substrat 1 einen Spaltabstandsraum 5 zu einer unteren Temperierungseinrichtung 3 einnimmt. Diese Temperierungseinrichtung 3 kann eine Wärmesenke oder eine Wärmequelle sein. Ebenso kann die oberhalb des Substrats angeordnete Temperierungseinrichtung 2 ebenfalls über einen Spaltzwischenraum 4 vom Substrat 1 beabstandet angeordnete Temperierungseinrichtung 2 eine Wärmesenke oder eine Wärmequelle sein. Die Temperierungseinrichtungen 2 und 3 können auch beide Funktionen übernehmen. Bspw. können sie gekühlte Oberflächen ausbilden und zu einer anderen Zeit infrarotstrahlend wirken, um einerseits das Substrat durch Wärmeabfuhr zu kühlen und andererseits das Substrat durch Wärmezufuhr aufzuheizen.

Durch die Temperierungseinrichtungen 2, 3 führen jeweils Zuleitungen 6, 7. Die Zuleitungen 6, 7 können auch andersartig gestaltet sein. Ihr Ziel ist es, ein Gasgemisch, das bspw. aus Helium und Argon oder Wasserstoff und Stickstoff besteht, in die beiden Spaltzwischenräume 4, 5 einzuleiten.

In jeden der beiden Spaltzwischenräume 4, 5 wird ein individuelles Gasgemisch aus Wasserstoff und Stickstoff bzw. Helium und Argon stetig eingeleitet. Der Totaldruck der beiden Gasmischungen ist im Wesentlichen gleich. Er ist so hoch, dass die Gase in dem Spaltzwischenraum 4, 5 wärmeleitend wirken. Mit entsprechender Vorgabe ist auch die Spaltbreite der Spaltzwischenräume 4, 5 gewählt.

Wasserstoff und Stickstoff werden mittels individuellen Massenflussreglern 8, 9 in die jeweilige Zuleitung 6, 7 geleitet.

Bei dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel lagert das Substrat 1 während des Wärmeaustauschens nicht auf den Rand des Substrates 1 unterstützenden Böckchen 10, sondern liegt freischwebend auf einem Gaspolster auf, welches von dem durch die Zuleitung 7 in den Spaltraum 5 eingebrachten Gasgemisch aufrechterhalten wird. Bspw. brauchen hier lediglich Haltestege 11 vorgesehen zu werden, die das Substrat 1 in Position halten. Diese sind aber nicht zwingend notwendig. Das Substrat kann auch selbstzentrierend auf dem Gaspolster aufliegen.

- 10 In der Fig. 2 sind zusätzlich optionale Halteböckchen 10 dargestellt, welche zum Be- oder Entladen der Prozesskammer das Substrat 1 anheben können.

Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Folgende:  
Das Substrat 1 kann auf seinen beiden Substratoberflächen unterschiedliche  
15 Wärmeemissivitäten besitzen. Dies hat zur Folge, dass bei gleicher Strahlungsleistung der eine Heizungsfunktion ausübenden Temperierungseinrichtungen 2, 3 die Erwärmung der beiden gegenüberliegenden Substratbreitseitenflächen unterschiedlich sein kann. Jedenfalls ist der Wärmezuffluss ins Substrat über Wärmestrahlung verschieden hoch. Ähnliche Effekte treten beim Abkühlen des  
20 Substrates 1 auf. Die unterschiedlichen Emissivitäten führen dazu, dass im Wege der Wärmestrahlung beidseitig unterschiedliche Wärmemengen abgegeben werden. Dies hat zur Folge, dass während des Aufheizens bzw. Abkühlens des Substrates die Substratoberflächen unterschiedliche Temperaturen aufweisen können. Dieser innere Temperaturgradient kann zu unerwünschten Ver-  
25 formungen führen.

In die Spaltzwischenräume 4, 5 unterhalb und oberhalb des Substrates 1 wird ein Gasgemisch aus Wasserstoff und Stickstoff eingeleitet. Dieses Gasgemisch besitzt auf der Substratseite, welche eine hohe Emissivität besitzt, einen großen

Stickstoffanteil. Die Gasmischung besitzt dann eine geringe Wärmeleitfähigkeit. Auf der Seite, auf der die Emissivität geringer ist, besitzt die Gasmischung 4 einen höheren Wasserstoffanteil, so dass die Gasmischung dort eine höhere Wärmeleitfähigkeit besitzt. Die Wärme, die zufolge der unterschiedlichen 5 Wärmestrahlung auf der einen Seite weniger abgestrahlt bzw. durch Strahlung zugeführt wird, wird durch eine entsprechende Wärmeabfuhr bzw. Wärmezufuhr über Wärmeleitung kompensiert, so dass die Oberflächentemperaturen auf den beiden Substrat-Breitseitenflächen während des Wärmeaustausches im Wesentlichen gleich bleibt. Dabei kann es erforderlich sein, dass die über die Massenflussregler 8, 9 einstellbare Gasmischung während des Aufheiz- oder Abkühlprozesses geändert wird. 10

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird mittels des von den Massenflussreglern 8', 9' bereitgestellten Gasflusses ein Gaspolster aufgebaut, 15 auf welchem das Substrat 1 frei schwebt. Ein Wärmeaustausch über Oberflächenkontakt mit Halteböckchen oder dergleichen wird dadurch vermieden. Die Düse, die am Ende der Zuleitung 7 sitzt, kann gerichtet sein, so dass auf das Substrat 1 ein Drehimpuls übertragen wird. Insbesondere sind eine Vielzahl von Düsen sowohl oberhalb als auch unterhalb des Substrates 1 zu bevorzugen. 20 Mittels dieser Düsen kann das Substrat 1 sogar drehangetrieben werden.

Es kann auch vorteilhaft sein, bei bestimmten Anwendungen die Wärmebilanz auf den beiden Oberflächen gezielt unterschiedlich einzustellen. Dies kann insbesondere dann erwünscht sein, wenn man bewusst thermische Spannungen 25 durch Temperaturunterschiede zwischen Vorder- und Rückseite einstellen will.

Während des Prozesses können die Temperaturen der beiden Oberflächen optisch gemessen werden. Einer Temperaturdrift kann durch entsprechendes Ge-

gensteuern durch Änderung der Gasmischungszusammensetzung entgegengewirkt werden.

5 Den Verlauf der Temperatur  $T_1$  auf der einen Substratoberfläche und der Temperatur  $T_2$  auf der anderen Substratoberfläche beim Aufheizen, Wärmebehandeln und Abkühlen zeigt die Fig. 3. Dabei ist der Verlauf der Temperatur  $T_1$  mit einer durchgezogenen und der Verlauf der Temperatur  $T_2$  mit einer gestrichelten Linie dargestellt. Die beiden Linien liegen nahezu in Deckung. Dies ist eine Folge des optimierten Trimmings der Wärmezufuhr zu den beiden Substrat-

10 breitseiten mittels Wärmestrahlung einerseits und geregelter Wärmeleitung andererseits. Auch der Abkühlprozess erfolgt über Wärmeabstrahlung bzw. Wärmeableitung. Auch dabei ist die Wärmeleitung geregelt.

Alle offenbarten Merkmale sind (für sich) erfindungswesentlich. In der Offen-

15 barung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen (Abschrift der Voranmeldung) vollinhaltlich mit einbezogen, auch zu dem Zweck, Merkmale dieser Unterlagen in Ansprüche vorliegender Anmeldung mit aufzunehmen.



**ANSPRÜCHE**

1. Verfahren zur insbesondere kurzfristigen thermischen Behandlung von insbesondere flachen Gegenständen, wie Halbleiter-, Glas- oder Metall-  
5 substrate, welchen beidseitig zumindest teilweise durch Wärmeleitung über ein wärmeleitendes Medium Wärme zu- oder abgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass als wärmeleitendes Medium eine Mischung aus zumindest zwei Gasen mit stark verschiedener Wärmeleitfähigkeit verwendet  
10 wird und die Mischung auf beiden Seiten des Substrates (1) derart individuell eingestellt wird, dass unter Berücksichtigung des jeweiligen Wärmeaustauschs über Wärmestrahlung die jeweilige Oberflächentemperatur zeitlich kontrolliert ist.
2. Vorrichtung zur insbesondere kurzzeitigen thermischen Behandlung von  
15 insbesondere flachen Gegenständen, wie Halbleiter-, Glas- oder Metallsubstrate, mit beidseitig der Substratoberflächen angeordneten Temperierungseinrichtungen (2, 3) zum Wärmeaustausch mit dem Substrat (1), welcher Wärmeaustausch zumindest teilweise durch Wärmeleitung über ein  
20 wärmeleitendes Medium erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitende Medium eine Mischung aus zumindest zwei Gasen mit stark verschiedener Wärmeleitfähigkeit ist und die Mischung auf beiden Substratseiten individuell einstellbar ist.
3. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur beim Tem-  
25 perieren auf beiden Seiten gleich ist.

4. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur beim Temperieren auf beiden Seiten unterschiedlich groß ist.
- 5 5. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gase Wasserstoff- und Stickstoff bzw. Helium und Argon sind.
- 10 6. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen stetigen in einen Spaltzwischenraum (4, 5) zwischen Temperierungseinrichtung (2, 3) und Substrat (1) einfließenden Gasfluss.
- 15 7. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasflussregelung über Massenflussregler (8, 9; 8', 9') erfolgt.
- 20 8. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) auf einem von dem der Substratunterseite zugeordneten Gasstrom gebildeten Gaspolster freischwebend gelagert ist.
- 25 9. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) von dem das wärmeleitende Medium ausbildenden Gasstrom freischwebend drehangetrieben ist.

10. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierung eine Wärmeabfuhr oder eine Wärmezufuhr ist.
- 5 11. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Gaszusammensetzung bzw. der Gasdruck zeitlich während des Wärmeaustausches ändert.
- 10 12. Verfahren oder Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Massenfluss des wärmeleitenden Mediums in die Spaltzwischenräume (4, 5) derart gering ist, dass die über den Gasmassenfluss ab- oder zugeführte Wärmemenge wesentlich kleiner ist als die über Wärmeleitung zu- oder abgeführte Wärme.

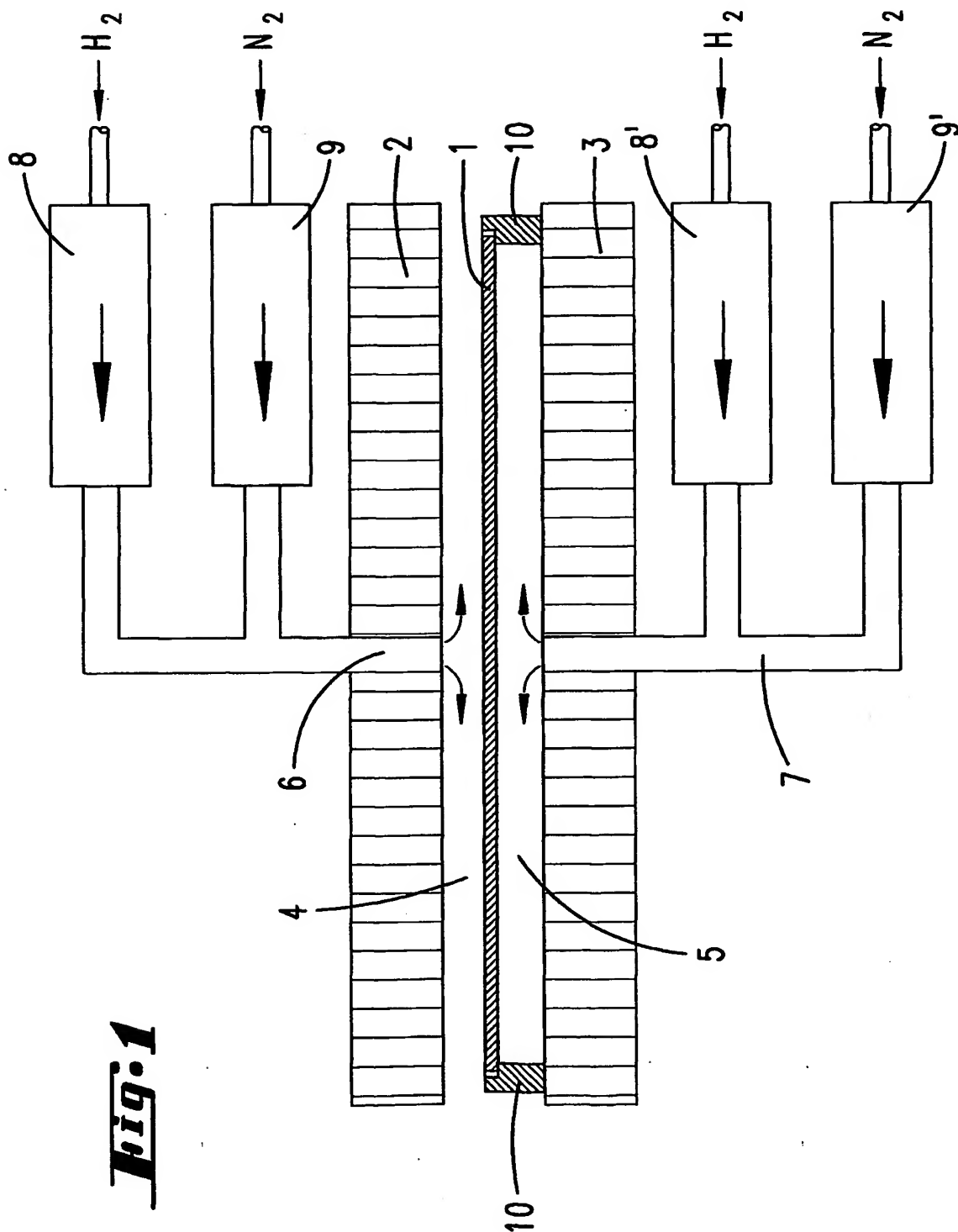
sehr stark von der Emissivität der jeweiligen Oberfläche abhängig ist, und die Emissivitäten der Vorder- und der Rückseite in der Regel nicht identisch sind, besteht grundsätzlich die Gefahr, dass sich das Substrat beim Abkühlen bzw. Aufheizen thermisch verbiegt. Dies wird um so bedeutender, je größer das Substrat ist. Die kreisscheibenförmigen Substrate können Durchmesser von bspw. 300 mm besitzen. Im Stand der Technik ist es bekannt, diesem Phänomen dadurch entgegenzuwirken, dass die Erwärmung der beiden Substrat-Breitseiten getrennt geregelt wird. Dies erfordert eine hochgenaue, emissivitätskompensierte Temperaturmessung. Dies hat den Nachteil, dass teure und/oder begrenzt genaue Meß- und Regelaufbauten verwendet werden. Zudem ist mit einem derartigen Aufbau ein Temperaturgradient von der Vorder- zur Rückseite nicht gänzlich vermeidbar, z. B. beim Abkühlen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren bzw. die gattungsgemäße Vorrichtung gebrauchsvorteilhaft weiterzubilden.

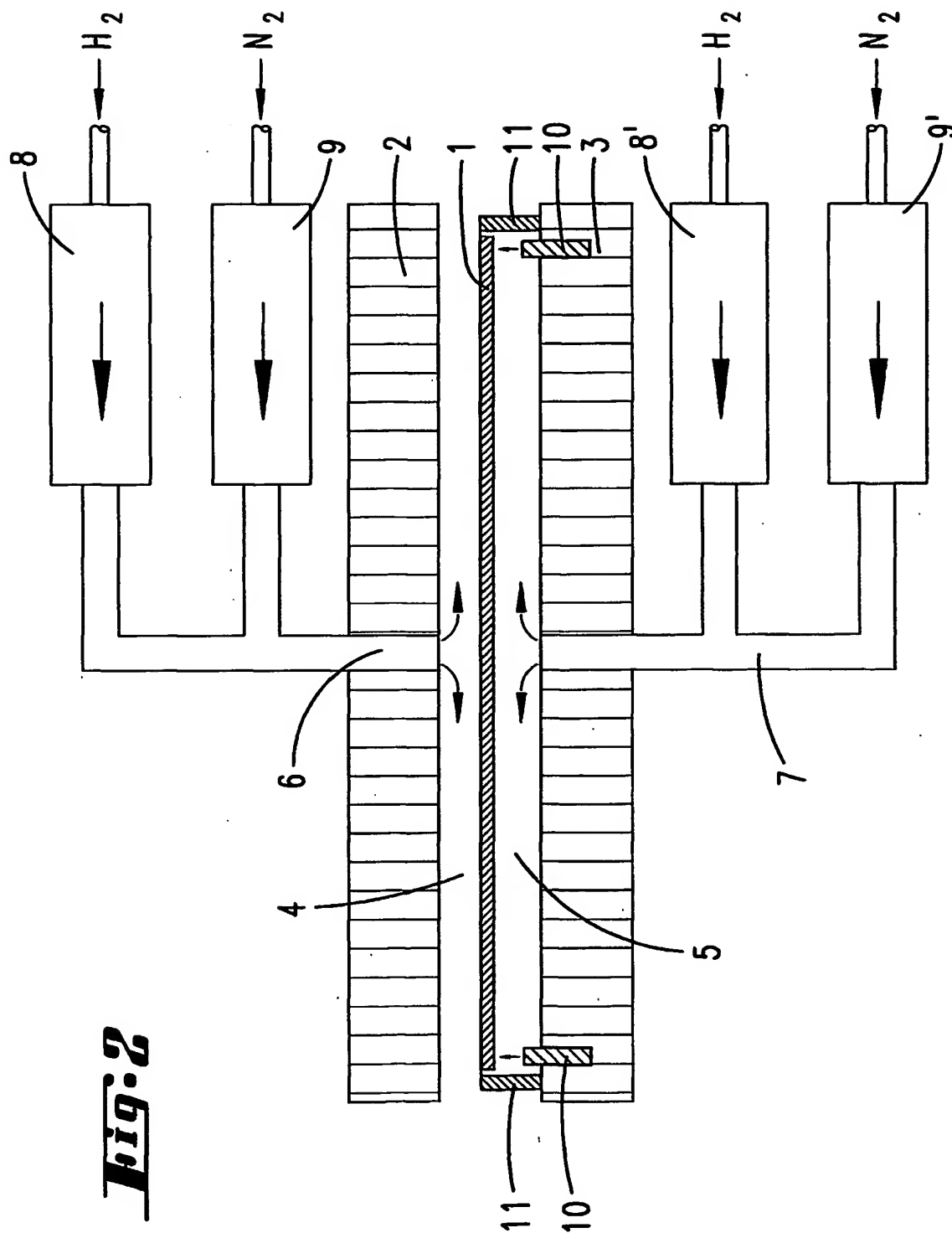
Gelöst wird die Aufgabe durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren bzw. die im Anspruch 2 angegebene Vorrichtung, wobei darauf abgestellt ist, dass das wärmeleitende Medium eine Mischung aus zumindest zwei Gasen mit stark verschiedener Wärmeleitfähigkeit ist und die Mischung auf beiden Substrat-Breitseiten individuell einstellbar ist. Die Mischung wird derart individuell eingestellt, dass unter Berücksichtigung des jeweiligen Gesamt-Wärmeaustausches über Wärmestrahlung die jeweilige Oberflächentemperatur zeitlich kontrolliert ist. Insbesondere ist vorgesehen, dass der Verlauf der Temperatur beim Aufheizen oder Abkühlen und ihr jeweiliger Wert auf den beiden Substrat-Breitseiten gleich groß ist. Ein vermehrter Austausch über Wärmestrahlung kann durch ein Gasmischungsverhältnis, bei dem das schlecht wärmeleitfähige Gas dominiert, kompensiert werden.

Ein geringer Wärmeaustausch über Wärmestrahlung wird in entsprechender Weise über eine Gasmischung kompensiert, in der das stark wärmeleitfähige Gas dominiert. Es ist erfindungsgemäß aber auch möglich, den Wärmeaustausch auf den beiden Seiten unterschiedlich groß zu halten, so dass beim Aufheizen oder beim Abkühlen des Substrates sich innerhalb des Substrates von der Vorder- zur Rückseite ein Temperaturgradient ausbildet, der insbesondere über die gesamte Wärmebehandlungszeit oder Wärmeaustauschzeit gleich gehalten wird. Beide Gasgemische werden separat gesteuert. Die Gasgemische können aus inerten Gasen mit hoher Reinheit mit unterschiedlichen spezifischen Wärmeleitwerten ausgewählt werden. Die Regelung kann mittels einfacher Massenflußregler erfolgen. Gase mit hoher Wärmeleitfähigkeit sind bspw. Wasserstoff oder Helium. Gase mit niedriger Wärmeleitfähigkeit sind Stickstoff oder Argon. Die Mischung wird mit einem derartigen Totaldruck und Verhältnis unter- und/oder oberhalb des Substrates in die Prozesskammer eingeleitet, dass über die Wärmeleitfähigkeit in ausreichendem Maße Wärme mit dem Substrat ausgetauscht wird. Die Temperierungseinrichtungen, insbesondere diejenigen zur Kühlung des Substrates können deshalb mit geringem Abstand oberhalb oder unterhalb des Substrates angeordnet sein. Bei einer vertikalen Lage des Substrates in der Prozesskammer liegen die beiden Temperierungseinrichtungen dann in Horizontalrichtung neben dem Substrat, wobei die Anordnung und die Gestalt der Temperierungseinrichtungen so gewählt ist, dass der Wärmetransport vom bzw. zum Substrat über die gesamte Substratoberfläche derart gleichmäßig erfolgt, dass sich über die Substratoberflächen keine nennenswerten Temperaturunterschiede einstellen. Bevorzugt werden die Temperierungseinrichtungen und die Mischungen der beiden Gase so eingestellt, dass unter Berücksichtigung des Wärmetransportes über Wärmestrahlung beidseitig solche Wärmemengen pro Zeiteinheit ausgetauscht werden, so dass der innere Temperaturgradient von der Vorder- zur Rückseite des Substrates Null ist. Bevorzugt durchströmt die Mischung einen Spaltraum, der unter-

1/3

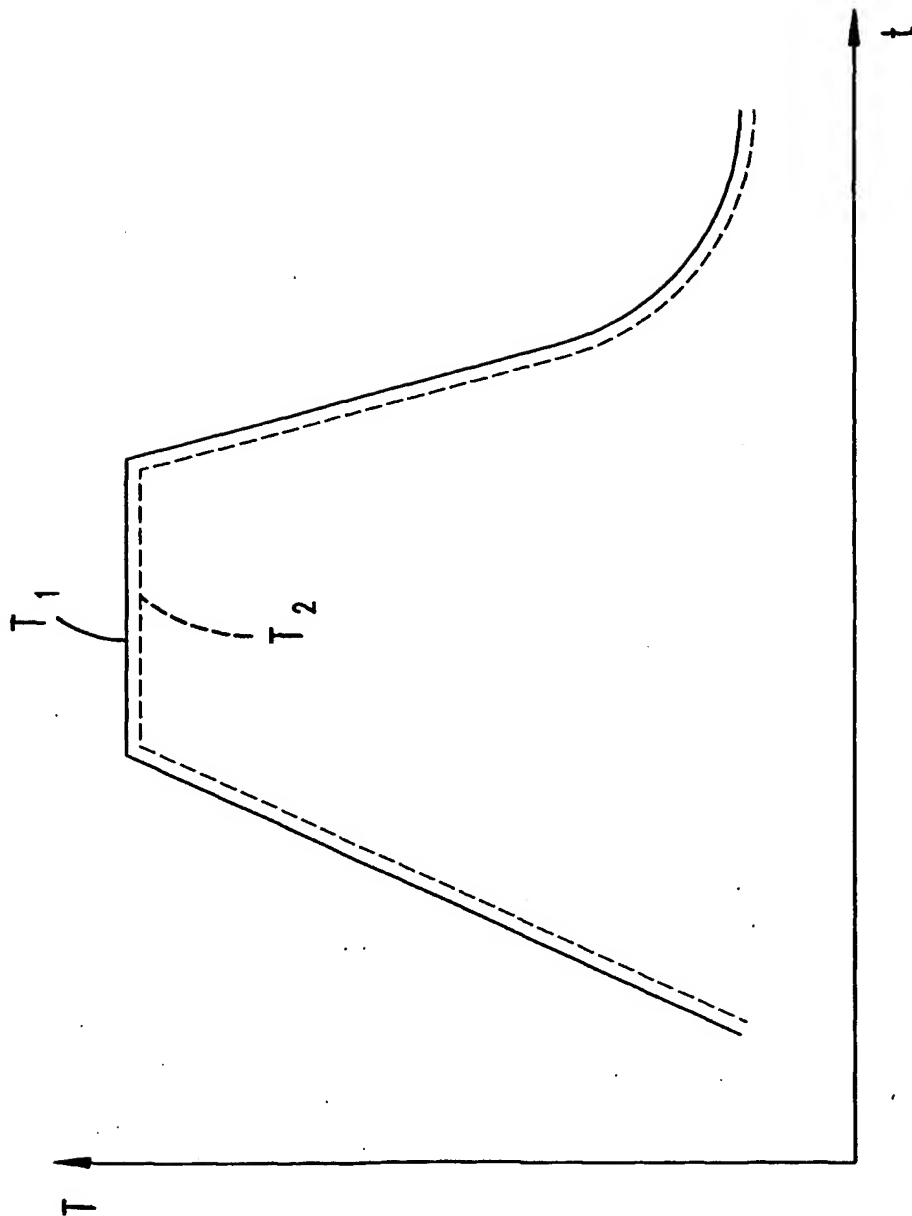


2/3



3/3

**Fig. 3**





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/EP 02/05767

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/268 H01L21/00 H01L21/324

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 47 101 C (WACKER SILTRONIC HALBLEITERMAT) 18 May 2000 (2000-05-18) column 4, line 11 - line 16; figure 2 column 4, line 49 - line 53	2-7
A	US 5 527 392 A (SNAIL KEITH A ET AL) 18 June 1996 (1996-06-18) abstract column 5, line 21 - line 41	1-12
A	EP 1 067 587 A (APPLIED MATERIALS INC) 10 January 2001 (2001-01-10) abstract paragraph '0065!	1-12
	-/-	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 August 2002

Date of mailing of the international search report

12/08/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nesso, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/05767

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 01890 A (ADVANCED SEMICONDUCTOR MAT ;GRANNEMAN ERNST HENDRIK AUGUST (NL); H) 15 January 1998 (1998-01-15) page 4, line 17 - line 28	1-12
A	DE 36 33 386 A (LEYBOLD AG) 14 April 1988 (1988-04-14) the whole document	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/05767

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19847101	C	18-05-2000	DE 19847101 C1	18-05-2000
			JP 3207832 B2	10-09-2001
			JP 2000150399 A	30-05-2000
			US 6316361 B1	13-11-2001
US 5527392	A	18-06-1996	US 5318801 A	07-06-1994
			WO 9426951 A1	24-11-1994
EP 1067587	A	10-01-2001	US 6215106 B1	10-04-2001
			EP 1067587 A2	10-01-2001
			JP 2001196324 A	19-07-2001
WO 9801890	A	15-01-1998	NL 1003538 C2	12-01-1998
			AU 3361797 A	02-02-1998
			EP 0910868 A1	28-04-1999
			JP 11514154 T	30-11-1999
			WO 9801890 A1	15-01-1998
DE 3633386	A	14-04-1988	DE 3633386 A1	14-04-1988

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nates Aktenzeichen  
PCT/EP 02/05767

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 H01L21/268 H01L21/00 H01L21/324		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 47 101 C (WACKER SILTRONIC HALBLEITERMAT) 18. Mai 2000 (2000-05-18) Spalte 4, Zeile 11 - Zeile 16; Abbildung 2 Spalte 4, Zeile 49 - Zeile 53	2-7
A	US 5 527 392 A (SNAIL KEITH A ET AL) 18. Juni 1996 (1996-06-18) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 21 - Zeile 41	1-12
A	EP 1 067 587 A (APPLIED MATERIALS INC) 10. Januar 2001 (2001-01-10) Zusammenfassung Absatz '0065!	1-12
-/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie         </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche 5. August 2002		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 12/08/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Nesso, S

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/05767

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 98 01890 A (ADVANCED SEMICONDUCTOR MAT ;GRANNEMAN ERNST HENDRIK AUGUST (NL); H) 15. Januar 1998 (1998-01-15) Seite 4, Zeile 17 - Zeile 28	1-12
A	DE 36 33 386 A (LEYBOLD AG) 14. April 1988 (1988-04-14) das ganze Dokument	1-12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/05767

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19847101	C	18-05-2000	DE	19847101 C1	18-05-2000
			JP	3207832 B2	10-09-2001
			JP	2000150399 A	30-05-2000
			US	6316361 B1	13-11-2001
US 5527392	A	18-06-1996	US	5318801 A	07-06-1994
			WO	9426951 A1	24-11-1994
EP 1067587	A	10-01-2001	US	6215106 B1	10-04-2001
			EP	1067587 A2	10-01-2001
			JP	2001196324 A	19-07-2001
WO 9801890	A	15-01-1998	NL	1003538 C2	12-01-1998
			AU	3361797 A	02-02-1998
			EP	0910868 A1	28-04-1999
			JP	11514154 T	30-11-1999
			WO	9801890 A1	15-01-1998
DE 3633386	A	14-04-1988	DE	3633386 A1	14-04-1988